

## واحد کار دوم

# توانایی سیم‌کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو

### هدف کلی

کاربرد الکترونیک در خودرو

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- اصول الکترونیک (آنالوگ و دیجیتال) را توضیح دهد.
- ۲- اجزای مدارهای الکتریکی و الکترونیکی (مقاومت، خازن، سلف، دیود، ترانزیستور و ...) را توضیح دهد.
- ۳- کاربرد انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی را توضیح دهد.
- ۴- با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیر الکترونیکی کمیت‌های مختلف را اندازه‌گیری کند.
- ۵- طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی را انجام دهد.
- ۶- اجزای مدارهای الکترونیکی را عیب‌یابی و رفع عیب کند.
- ۷- کاربرد الکترونیک در خودرو را توضیح دهد.
- ۸- عملکرد حسگرها و عملگرها را توضیح دهد.
- ۹- حسگرها و عملگرها را عیب‌یابی کند.
- ۱۰- اصول ایمنی و حفاظتی کاروری مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را توضیح دهد.
- ۱۱- هنگام کار بر روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، نکات ایمنی را رعایت کند.



ساعات آموزش

جمع	عملی	نظری
۱۰۰	۶۰	۴۰

## پیش‌آزمون (۲)

۱- کدام یک از قطعات زیر قطعه‌ی الکترونیکی است؟

(الف) باتری خودرو (ب) لامپ چراغ‌های جلو

(ج) کویل (د) ترانزیستور

۲- در مورد قطعه‌ی مقابل آنچه را که می‌دانید توضیح دهید.

پاسخ:



.....

.....

.....

.....

۳- کاربرد دستگاه شکل مقابل را توضیح دهید.

پاسخ:



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۴- برای آزمایش دیود از کدام دستگاه استفاده می‌شود؟

(الف) سیگنال ژنراتور AF (ب) تاکومتر (ج) مولتی‌متر (د) اسیلسکوپ

.....

.....

.....

.....

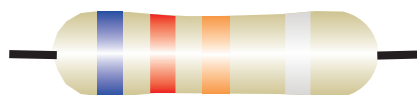
.....

.....

۷- مقدار مقاومت شکل مقابل برابر است با:

(الف) ۶۲۰-۱۰ (ب) ۶/۲k-۲۰

(ج) ۲۶k-۱۰ (د) ۶۲k-۲۰





دستگاه تست الکترونیکی



صندلی چرخ‌دار الکترونیکی



ترمز اتومبیل ABS



چراغ راهنما



لوازم الکترونیکی داخلی خودرو



دستگاه تست ترمز

شکل ۱-۲ نمونه‌هایی از کاربرد الکترونیک در لوازم مختلف

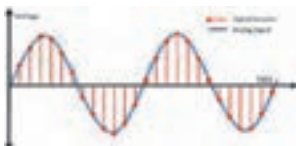
## ۲-۱-۲- آشنایی با اصول الکترونیک (آنالوگ - دیجیتال)

### ۱-۱-۲- علم الکترونیک: علم الکترونیک علمی

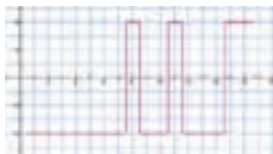
است که با الکترون سروکار دارد. این علم به طیف گسترده‌ای از الکترونیته اطلاق می‌شود که با استفاده از حرکت الکترون‌ها در انواع نیمه‌هادی‌ها کار می‌کند و سبب اختراع دیودها، ترانزیستورها، آی‌سی (IC)ها، قطعات نصب سطحی (SMD) و ریزپردازنده‌ها شده است. پدید آمدن دگرگونی‌های فراوان در این علم باعث شده است در تمام صنایع، از جمله لوازم خانگی، دستگاه‌های کنترل از راه دور، ماهواره‌ها، لوازم پزشکی، خطوط تولید صنعتی، انواع خودروهای مدرن و ... کاربرد و نفوذ داشته باشد. در شکل ۱-۲، چند نمونه از این کاربردها را ملاحظه می‌کنید.

### جست و جو کنید:

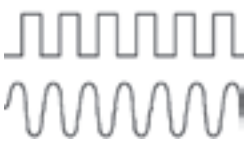
وسایل منزل خود را شناسایی کنید و نام دستگاه‌هایی را که در آن الکترونیک استفاده شده است فهرست نمایید. چند درصد از وسایل برقی شما الکترونیک به کار رفته است.



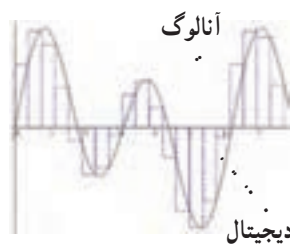
سیگنال آنالوگ



سیگنال دیجیتال



سیگنال دیجیتال منقطع است  
سیگنال آنالوگ پیوسته است

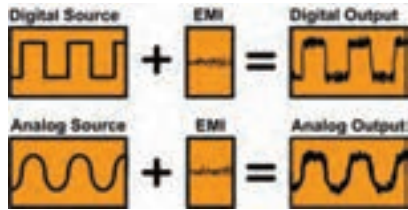
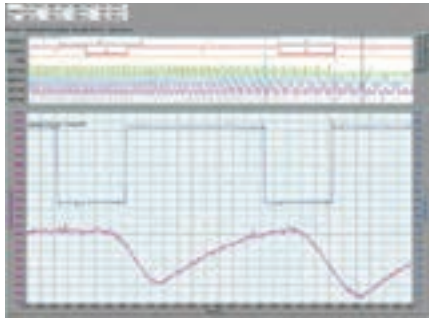


آنالوگ  
دیجیتال

### ۲-۱-۲- تعریف الکترونیک آنالوگ:

سیگنال پیوسته یا سیگنال آنالوگ (Analogue): سیگنالی پیوسته در گذر زمان است. به عبارت دیگر، با گذر زمان، دامنه‌ی سیگنال همواره پیوسته باقی می‌ماند و کوچک‌ترین تغییر در سیگنال الکترونیکی دارای مفهوم است و هیچ جزئی از سیگنال را نمی‌توانید پیدا کنید که از جزء قبلی خود جدا باشد. ولتاژ دی سی (DC) و ولتاژ سینوسی از نوع سیگنال‌های پیوسته یا آنالوگ هستند.

شکل ۲-۲ الف - مقایسه‌ی سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال با یکدیگر



شکل ۲-۲-ب - نمونه‌هایی از سیگنال آنالوگ و دیجیتال

سیگنال دیجیتال یا منقطع (Digital signal): سیگنال دیجیتال سیگنالی است که با گذر زمان یا وجود دارد یا وجود ندارد. از این جهت آن را سیگنال دیجیتال یا رقمی می‌نامند. معمولاً سیگنال دیجیتال را با صفر و یک می‌شناسند. در شکل ۲-۲، الف و ب چند نمونه سیگنال آنالوگ و دیجیتال و مقایسه‌ی آنها با یک‌دیگر را مشاهده می‌کنید.

## ۲-۲-آشنایی با اجزاء مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

در مدارهای الکتریکی قطعات بسیار متنوعی به کار می‌رود. تنوع این قطعات در مدارهای الکترونیکی بیش‌تر است. در قطعات متداول در مدارهای الکترونیکی می‌توان مقاومت، خازن، سیم‌پیچ (سلف) باتری، دیود، ترانزیستور و آی‌سی را نام برد. در این قسمت به تشریح و کاربرد عمومی تعدادی از آنها می‌پردازیم. در شکل ۲-۳، نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی را ملاحظه می‌کنید.



خازن پلی‌استر



خازن الکترولیتی



خازن میکا



آی‌سی



باتری کپسولی



باتری قلمی



ترانزیستور معمولی



ترانزیستور قدرت



مقاومت متغیر



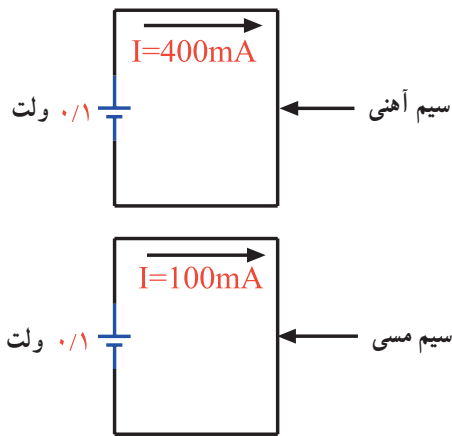
مقاومت

شکل ۲-۳ - نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی



شکل ۲-۴. مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی، که در آزمایشگاه و مدارهای الکترونیکی به کار می‌روند.

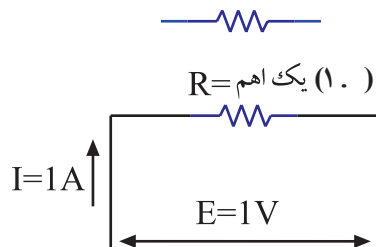
در آزمایشگاه‌های الکترونیک معمولاً قطعات الکترونیکی را در یک جعبه قرار می‌دهند تا به هنگام ضرورت، از قطعه‌ی موردنیاز سریع‌تر استفاده کنند. در شکل ۲-۴، یک جعبه از مجموعه‌ی قطعات الکترونیکی را، که در حد نسبتاً گسترده‌ای کاربرد دارد، ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲-۵. مقاومت الکتریکی سیم آهنی بیش‌تر از سیم مسی است زیرا جریان کم‌تری از آن عبور می‌کند.

### ۱-۲-۲. مقاومت الکتریکی:

تعریف: مقاومت الکتریکی قطعه‌ای است که در مقابل عبور جریان از خود ایستادگی نشان می‌دهد. برای مثال، سیم آهنی در مقایسه با سیم مسی (در صورت داشتن طول و قطر مساوی) در مقابل عبور جریان الکتریکی ایستادگی بیش‌تری را نشان می‌دهد. در شکل ۲-۵، با قرار دادن ولتاژی برابر با ۰/۱ ولت در دو سر دو قطعه سیم آهنی و مسی مشابه، جریان عبوری از سیم مسی ۴۰۰ میلی‌آمپر و جریان عبوری از سیم آهنی ۱۰۰ میلی‌آمپر است.



شکل ۲-۶. نماد مقاومت الکتریکی و واحد آن

واحد مقاومت الکتریکی: واحد مقاومت الکتریکی اهم است. در صورتی که، طبق شکل ۲-۶، به دوسر یک مقاومت الکتریکی ولتاژی برابر با ۰/۱ ولت اعمال کنیم، هرگاه جریان عبوری از مقاومت یک آمپر باشد، مقدار مقاومت برابر با یک اهم است. اهم را با علامت  $\Omega$  (اُمگا) نشان می‌دهند.

مقاومت الکتریکی خاصیتی از ماده است که با عبور جریان مخالفت می‌کند.



شکل ۷-۲- تصویر ظاهری مقاومت، علامت قراردادی همراه با نام مقاومت و مقدار آن در مدار

مقاومت الکتریکی را با  $R$  مشخص می‌کنند. در مدارهای الکتریکی معمولاً مقدار مقاومت را روی آن می‌نویسند و آن را با شماره‌ای نشان می‌دهند. در شکل ۷-۲، شکل ظاهری مقاومت و نحوه‌ی نشان دادن آن را در مدار (نماد مقاومت) ملاحظه می‌کنید. مقاومت نشان داده شده، مقاومت شماره‌ی، ۳۲ و مقدار آن برابر با  $330\ \Omega$  اهم است.



تولرانس  $20^\circ$  درصد  
مقدار مقاومت  $10\ \text{کیلو اهم}$  است

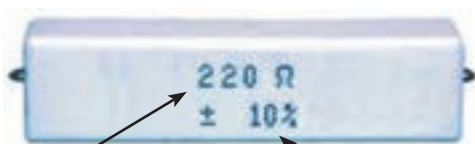
نحوه‌ی خواندن مقاومت: مقاومت‌ها را به دو روش می‌خوانند.

روش اول: نوشتن مقدار مقاومت به‌طور مستقیم روی بدنه‌ی مقاومت از این روش برای مقاومت‌هایی که دارای ابعاد بزرگ‌تری هستند استفاده می‌شود. هر مقاومت دارای مقداری تولرانس یا خطاست. یعنی مقدار واقعی مقاومت از مقدار نوشته شده‌ی روی آن کم‌تر یا بیش‌تر است. مقدار تولرانس را در برخی از مقاومت‌ها به‌طور مستقیم روی آن می‌نویسند (شکل ۸-۲).



تولرانس  $5\%$  درصد  
مقدار مقاومت یک اهم

مقاوت یک اهم ۲۵ وات با تولرانس  $5\%$  درصد



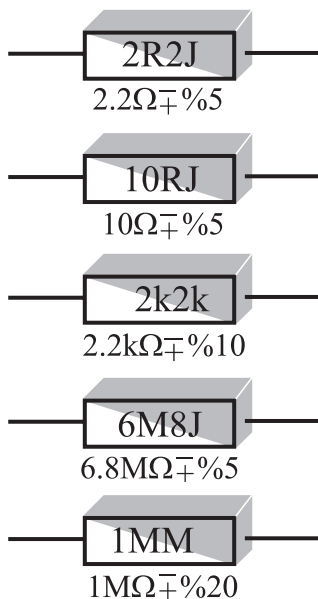
تولرانس ده درصد  
مقدار مقاومت  $220^\circ$  اهم

مقاومت  $220^\circ$  اهم با تولرانس  $10\% \pm$  درصد

شکل ۸-۲- نوشتن مقدار مقاومت و تولرانس آن روی بدنه‌ی مقاومت

۱- R حرف اول کلمه‌ی Resistance به معنی مقاومت الکتریکی است.

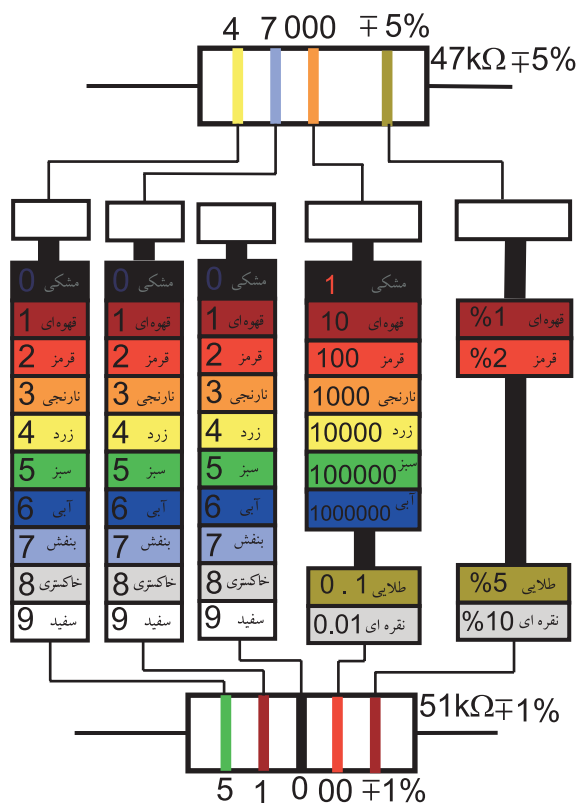




روش دوم: در این روش مقدار مقاومت به طور مستقیم و با روش خاص روی بدنه‌ی مقاومت نوشته می‌شود. در این حالت به جای واحدها حروف R، K و M و به جای تولرانس حروف J، K و M به کار می‌رود. یعنی به جای تولرانس ۵٪ از حرف J، به جای تولرانس ۱۰٪ از حرف K و به جای تولرانس ۲۰٪ از حرف M استفاده می‌کنند. در ضمن، حروف R اهم، K (کیلو اهم) و M (مگا اهم) را، علاوه بر نمایش مقدار مقاومت، به جای ممیز نیز به کار می‌برند. در شکل ۹-۲ چند نمونه از این نوع مقاومت‌ها نشان داده شده است.

شکل ۹-۲. نشان دادن مقدار مقاومت‌ها با استفاده از حروف و اعداد

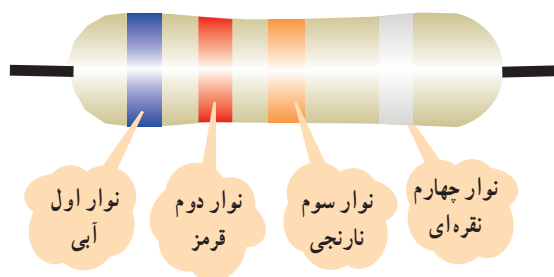
با کمک این جداول می‌توانید مقدار مقاومت‌ها را بخوانید سعی کنید رنگ‌ها را به خاطر بسپارید.



روش سوم: در این روش مقدار مقاومت و تولرانس آن را با استفاده از نوارهای رنگی روی بدنه‌ی مقاومت مشخص می‌کنند. نوارهای رنگی را معمولاً برای مقاومت‌های کوچک، که امکان نوشتن و خواندن مقاومت به طور مستقیم بر روی آن وجود ندارد، به کار می‌برند. تعداد نوارهای رنگی چهار یا پنج عدد است. در مقاومت‌های با چهار نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم را مطابق شکل ۱-۲ به نشانه‌ی اعداد صحیح و رنگ نوار سوم را به نشانه‌ی ضریب (تعداد صفرها) و رنگ نوار چهارم را به نشانه‌ی تولرانس در نظر می‌گیرند. در مقاومت‌های با ۵ نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم و سوم را به نشانه‌ی اعداد صحیح و رنگ نوار چهارم را به نشانه‌ی ضریب یا تعداد صفرها و رنگ نوار پنجم را به نشانه‌ی تولرانس در نظر می‌گیرند. در شکل ۱-۲ نحوه‌ی خواندن مقاومت‌های با چهار نوار رنگی و پنج نوار رنگی نشان داده شده است.

شکل ۱-۲. نحوه‌ی تعیین مقدار اهم و تولرانس مقاومت‌ها با کد ۴ نوار رنگی و ۵ نوار رنگی

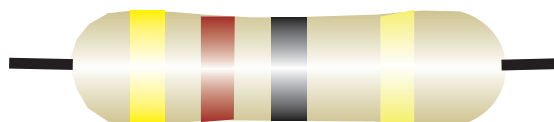
مثال ۱: با مراجعه به شکل ۲-۱۱ مقدار مقاومت و تولرانس آن را به دست آورید.



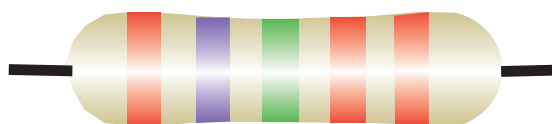
شکل ۲-۱۱- مقاومت چهار نواره

نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار چهارم
رقم اول	رقم دوم	ضریب	تولرانس
۶	۲	۰۰۰	۲۰٪
چون مقاومت ۴ نواره است			
$R = 62000 \Omega = 62k\Omega \pm 20\%$			

مثال ۲: با مراجعه به شکل های ۲-۱۲ و ۲-۱۳ مقدار مقاومت را به دست آورید.



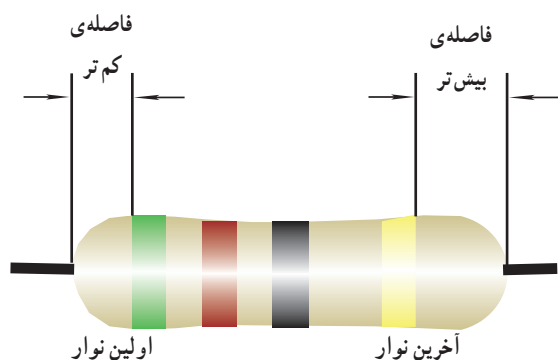
شکل ۲-۱۲- مقاومت ۴ نواره



شکل ۲-۱۳- مقاومت ۵ نواره

نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار چهارم
رقم اول	رقم دوم	ضریب	تولرانس
۴	۲	-	۵٪
$R = 42\Omega \pm 5\%$			

نکته مهم: هنگام خواندن مقاومت با استفاده از کد رنگی، نوار اول، عبارت از اولین نواری است که به یک طرف مقاومت نزدیک تر است (شکل ۲-۱۴).



شکل ۲-۱۴- مقدار مقاومت از نواری خوانده می شود که به انتها نزدیک تر باشد.

نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار چهارم	نوار پنجم
رقم اول	رقم دوم	رقم سوم	ضریب	تولرانس
۲	۷	۵	۰۰	۲٪
$R = 27500 \Omega = 27.5k\Omega \pm 2\%$				



جدول ۲-۱- خواندن مقاومت‌ها

مقدار مقاومت	نوشته‌ها یا کد رنگی	نوع مقاومت	شماره‌ی مقاومت
		نوشته شده روی بدنه	R <sub>۱</sub>
		کد حرف و عدد	R <sub>۲</sub>
		کد حرف و عدد	R <sub>۳</sub>
		کد رنگی	R <sub>۴</sub>
		کد رنگی	R <sub>۵</sub>
		کد رنگی	R <sub>۶</sub>

۲-۲-۲- کار عملی: تعدادی مقاومت (حداقل ۶ مقاومت) را در اختیار بگیرید و مقدار آن‌ها را بخوانید و در جدول شماره‌ی ۲-۱ یادداشت کنید. مقاومت‌ها را از انواع مختلف (کد رنگی، مقدار نوشته شده به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی مقاومت) انتخاب کنید.

تمرین عملی: با مراجعه به منابع مختلف، از قبیل کتاب، سایت‌های اینترنتی و ... روش‌های مختلف علامت‌گذاری روی مقاومت‌ها و نحوه‌ی خواندن آن‌ها را تمرین کنید و نتایج را شرح دهید.

پاسخ:

.....

.....

.....

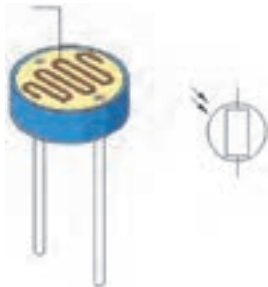
.....

.....



انواع مقاومت‌ها: به‌طور کلی مقاومت‌ها را می‌توان از نظر مقدار اهمی به دو دسته‌ی ثابت و متغیر تقسیم‌بندی کرد. منظور از مقاومت ثابت این است که مقدار مقاومت تابع حرارت، نور، میدان‌های مغناطیسی یا سایر عوامل فیزیکی نیست. در شکل‌های ۲-۱۵ و ۲-۱۶ چند نمونه مقاومت ثابت نشان داده شده است.

مقاومت‌های تابع نور و حرارت



مقاومت تابع نور

نام انواع مقاومت‌های نشان‌داده شده در شکل‌های ۲-۱۵ و ۲-۱۶ را فهرست کنید.

.....

.....

.....

.....

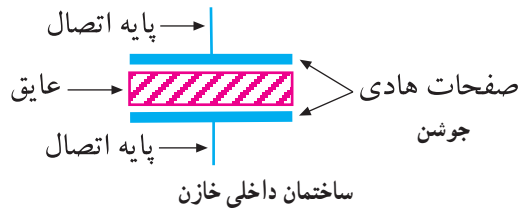
.....

شکل ۲-۱۵- مقاومت‌های تابع نور و حرارت

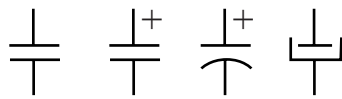


شکل ۱۶-۲- چند نمونه پتانسیومتر

مقاومت متغیر مقاومتی است که می توان مقدار اهم آن را با تغییر مکان یک اهرم یا با تغییر نور، حرارت، ولتاژ و ... تغییر داد. در شکل ۱۵-۲، چند نمونه از این مقاومت ها را مشاهده می کنید. در شکل ۱۶-۲ چند نمونه مقاومت متغیر، که مقدار آن را می توان با تغییر اهرم با پیچ گوشتی تغییر داد، نشان داده شده است. به این نوع مقاومت اصطلاحاً، پتانسیومتر گفته می شود. از مقاومت های تابع نور، حرارت، ولتاژ و ... به عنوان حسگر یا سنسور (Sensor) استفاده می کنند که در بحث های بعدی به آن ها خواهیم پرداخت.



ساختمان داخلی خازن



نماد الکتریکی خازن

### ۳-۲-۲- خازن

ساختمان و نماد خازن: خازن وسیله ای است که می تواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. ساختمان داخلی خازن از دو صفحه ی هادی، که بین آن ها عایقی قرار دارد، تشکیل می شود. به صفحات هادی خازن، جوشن نیز می گویند. در شکل ۱۷-۲، ساختمان داخلی، نماد فنی و شکل ظاهری خازن را مشاهده می کنید.



ب



الف

شکل ظاهری چند نمونه ی خازن



ج

شکل ۱۷-۲- ساختمان داخلی نماد فنی و شکل ظاهری خازن

با مراجعه به منابع مختلف انواع خازن ها را بیابید و نتایج را بنویسید:

.....

.....

.....

.....

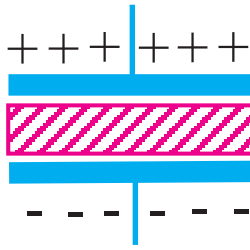
.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه مند



شکل ۱۸-۲- یک نمونه خازن شارژ شده

خازن در الکترونیک کاربردهای فراوانی دارد. یکی از کاربردهای آن ذخیره انرژی است. انرژی ذخیره شده در خازن به صورت بارهای الکتریکی است. هنگامی که در خازن بار الکتریکی ذخیره می‌شود، بین دو جوشن خازن یک اختلاف پتانسیل الکتریکی به وجود می‌آید و خازن می‌تواند مشابه باتری عمل کند. در شکل ۱۸-۲، خازنی را که در آن بار الکتریکی ذخیره شده است، مشاهده می‌کنید.

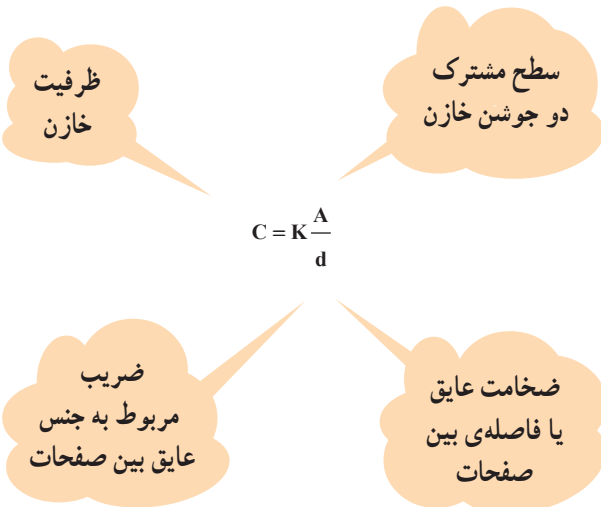
**نکته مهم:** وقتی بار الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود، اصطلاحاً می‌گویند خازن شارژ شده است.

**تحقیق کنید:** بار الکتریکی چگونه در خازن ذخیره می‌شود. درباره‌ی آن توضیح دهید.

.....

.....

وبژه دانش آموزان علاقه‌مند



**ظرفیت خازن:** میزان توانایی ذخیره‌ی بار الکتریکی را در خازن، ظرفیت خازن می‌نامند. ظرفیت خازن را با سی (C) که حرف اول کلمه‌ی capacitance به معنی ظرفیت است نشان می‌دهند. هر قدر ظرفیت خازن بیش‌تر باشد، توانایی ذخیره‌ی بار الکتریکی در آن بیش‌تر است و هر قدر بار الکتریکی ذخیره شده بیش‌تر باشد، انرژی ذخیره شده در خازن بیش‌تر است.

**عوامل مؤثر در ظرفیت خازن:** ظرفیت خازن یک خاصیت ذاتی است که به مشخصات فیزیکی خازن بستگی دارد. به این معنی که ظرفیت خازن با سطح مشترک دو جوشن خازن نسبت مستقیم و با فاصله‌ی بین دو صفحات، نسبت معکوس دارد. جنس عایق خازن نیز نسبت مستقیم با ظرفیت خازن دارد.

$$1. F = \frac{1}{1000000} F = 10^{-6} F$$

$$1 NF = \frac{1}{1000000000} F = 10^{-9} F$$

$$1 PF = \frac{1}{1000000000000} F = 10^{-12} F$$

**واحد ظرفیت خازن:** واحد ظرفیت خازن فاراد است (FARAD) و آن را با F نشان می‌دهند. از آن‌جا که فاراد ظرفیت بزرگی است، در عمل از واحدهای کوچک‌تر آن یعنی میکروفاراد (μF)، نانوفاراد (NF) و پیکوفاراد (PF) استفاده می‌کنند.



خازن ثابت الکترولیتی



خازن ثابت پلی استر



خازن متغیر قابل تنظیم با پیچ گوهی

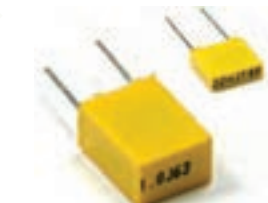


خازن متغیر قابل تنظیم با محور

شکل ۱۹-۲- نمونه‌هایی از خازن‌های متغیر و ثابت



الکترولیت



پلی استر

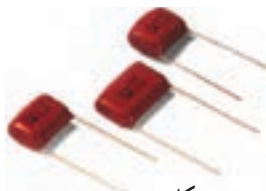


۴۰K 250V

فیلم پلاستیکی



کاغذی



میکا



سرامیک



میکا



پلی استر

شکل ۲۰-۲- انواع خازن‌ها با توجه به نوع عایق آن

## انواع خازن‌ها: خازن‌ها را براساس کاربرد در دو نوع

ثابت و متغیر می‌سازند. خازن‌های ثابت همواره مقدار ثابتی دارند و متناسب با نیاز در مدار به کار می‌روند. مقدار خازن‌های متغیر قابل تغییر است و در مدارهایی به کار می‌رود که به تغییر مقدار خازن در شرایط مختلف نیاز باشد. در شکل ۱۹-۲، نمونه‌هایی از خازن‌های ثابت و متغیر را ملاحظه می‌کنید.

### به نکات ایمنی و خطرناک توجه کنید

هنگامی که خازن شارژ می‌شود، ولتاژ دو سر آن مانند یک منبع انرژی است که می‌تواند موجب برق‌گرفتگی شود لذا هنگام کار با خازن شارژ شده آن را تخلیه کنید.

## خازن‌ها را براساس نوع عایق آن نیز دسته‌بندی می‌کنند.

از انواع این خازن‌ها می‌توان خازن با عایق هوا، خازن با عایق کاغذ، خازن با عایق فیلم پلاستیکی، خازن با عایق پلی استر، خازن با عایق سرامیک، خازن با عایق میکا و خازن با عایق الکترولیت (الکترولیتی) را نام برد. معمولاً خازن‌های متغیر با عایق هوا یا فیلم پلاستیکی هستند محدودی ظرفیت خازن‌های با عایق هوا، فیلم پلاستیکی، میکا و سرامیکی حداکثر تا ۱/۰ میکروفاراد است. خازن‌های با عایق کاغذی را تا ۱۰ میکروفاراد نیز می‌سازند. ظرفیت خازن‌های الکترولیتی حداقل ۱/۰ میکروفاراد و حداکثر ۱۰۰۰۰ میکروفاراد است. در شکل ۲۰-۲، نمونه‌هایی از انواع خازن‌های ثابت با عایق‌های مختلف را مشاهده می‌کنید.

## یادآوری می‌شود تشخیص نوع عایق خازن از روی شکل

ظاهری آن امکان‌پذیر نیست و برای تعیین دقیق نوع عایق، باید به کاتالوگ‌های کارخانه‌ی سازنده مراجعه کرد.



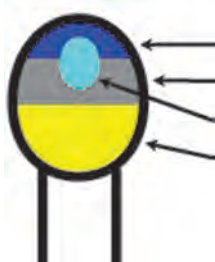
۴۷۲ = عدد نوشته شده  
 $4700 \text{ PF} = \text{مقدار ظرفیت خازن}$   
 پیکوفاراد یا:  $47 \text{ NF}$  نانوفاراد

الف - خواندن خازن با کد عددی



$104 = \text{عدد نوشته شده}$   
 $1000000 \text{ PF} = \text{مقدار ظرفیت}$   
 پیکوفاراد  
 نانوفاراد:  $100 \text{ NF} =$

ب - خواندن خازن با کد عددی



ج - کد رنگی برای خازن

شکل ۲۱-۲ - خواندن خازن با استفاده از کد عددی



قطب مثبت      قطب منفی

الف - توجه به قطب‌های خازن الکترولیتی



$106 = \text{عدد نوشته شده}$   
 $10000000 \text{ PF} = \text{مقدار ظرفیت}$   
 $102 \text{ F} =$   
 ولتاژ کار =  $35$

قطب مثبت

ب - خازن تانتالیوم

شکل ۲۲-۲ - خازن‌های الکترولیتی و تانتالیوم

ولتاژ کار خازن و خواندن مقدار ظرفیت آن: یکی از مشخصات مهم خازن، ولتاژ کار آن است. ولتاژ کار و ظرفیت خازن را روی بدنه‌ی خازن به‌طور مستقیم، با کد عددی یا کد رنگی می‌نویسند. در شکل الف - ۲۱-۲، مقدار ظرفیت خازن  $7/4$  میکروفاراد و ولتاژ کار آن  $10$  ولت است.

یکی از روش‌های متداول در نوشتن مقدار ظرفیت روی خازن استفاده از کد عددی است. برای مثال روی یک خازن عدد  $102$  نوشته می‌شود. مقدار ظرفیت این خازن برابر با  $1000$  پیکوفاراد است. به عبارت دیگر، در این روش، عدد اول و دوم نماینده‌ی رقم اول و دوم است و عدد سوم ضریب یا تعداد صفرها را نشان می‌دهد. استفاده از کد رنگی برای خواندن ظرفیت خازن نیز متداول است که یکی از روش‌های آن مشابه کد رنگی مقاومت هاست. روش‌های متنوع دیگری نیز وجود دارد. در شکل ۲۱-۲، دو نمونه خازن با استفاده از کد عددی و دو نمونه با کد رنگی را ملاحظه می‌کنید.

توجه به قطبین خازن: معمولاً خازن‌های با ظرفیت کم (زیر  $1 \mu\text{F}$  میکروفاراد) دارای قطب مشخصی نیستند. به عبارت دیگر، جابه‌جایی پایه‌های خازن اثری بر کار آن در مدار نمی‌گذارد. اما خازن‌های الکترولیتی قطب مثبت و منفی دارند و لازم است هنگام اتصال به مدار، به آن توجه نمود. در شکل الف - ۲۲-۲، قطب‌های خازن الکترولیتی را ملاحظه می‌کنید.

درسال‌های اخیر نوعی خازن با عایق تانتالیوم (Tantalum) ساخته شده است که از نظر حجم بسیار کوچک‌تر از خازن‌های الکترولیتی است ولی از نظر ظرفیت در ردیف آن‌ها قرار دارد. هنگام اتصال خازن تانتالیوم به مدار باید به قطب‌های آن توجه کرد. در شکل ب - ۲۱-۲ این نوع خازن را ملاحظه می‌کنید. ظرفیت این خازن با کد عددی و ولتاژ کار آن به‌طور مستقیم روی آن نوشته شده است.

جدول ۲-۲

شماره‌ی خازن	نوع خازن	نوشته‌های روی بدنه خازن	مقدار ظرفیت	مقدار ولتاژ کار
C <sub>۱</sub>				
C <sub>۲</sub>				
C <sub>۳</sub>				
C <sub>۴</sub>				
C <sub>۵</sub>				
C <sub>۶</sub>				

۴-۲-۲- کار عملی: تعدادی خازن الکترولیتی، تانتالیوم سرامیکی و ... (حداقل ۶ عدد) را در اختیار بگیرید. سپس با استفاده از تجربیات خود، مقدار ظرفیت خازن را برحسب PF، NF یا F. به دست آورید و ولتاژ کار هر خازن را تعیین کنید و نتایج را در جدول ۲-۲ بنویسید. در صورتی که ولتاژ خازن قابل تعیین نیست به جای آن علامت ( ) بگذارید.

### ۵-۲-۲- سلف یا سیم پیچ

ساختمان سیم پیچ (سلف): هرگاه چند حلقه سیم را روی بدنه‌ی مداد، خودکار یا قرقره بپیچیم، یک سیم پیچ یا سلف (self) شکل می‌گیرد.

سیم پیچ‌ها می‌توانند بدون هسته یا با هسته باشند. جنس هسته‌ی سیم پیچ معمولاً از فلزهای آهنی یا فریت (ترکیب مخصوص آهن) است. در شکل ۲-۲۳، چند نمونه سیم پیچ را مشاهده می‌کنید.



سلف بدون هسته و قرقره



سلف پیچیده شده روی قرقره بدون هسته



سلف با هسته‌ی فریت



سلف با هسته‌ی آهنی

شکل ۲-۲۳- انواع سیم پیچ‌های ساده، روی قرقره با هسته‌ی آهنی و فریت

نکته‌ی مهم: در صورتی که ولتاژ کار خازن روی خازن نوشته نشده باشد، برای اطلاع از مقدار ولتاژ کار باید به کاتالوگ کارخانه‌ی سازنده مراجعه کرد.

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی منابع مختلف دیگر، روی انواع هسته‌های سیم پیچ ترانسفورماتور


تحقیق کنید:

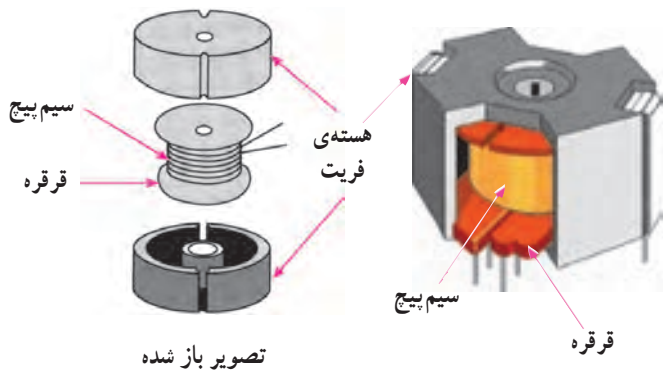
تحقیق کنید.

ویژه دانش آموزان  
علاقه مند

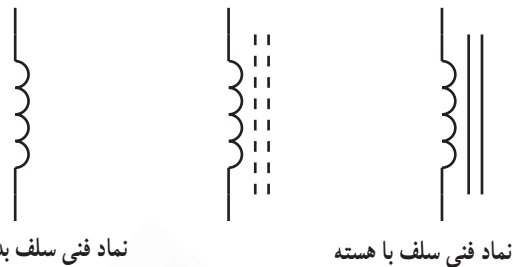


**عملکرد و اجزای تشکیل دهنده سلف:** سلف عنصری است که انرژی الکتریکی را به صورت میدان مغناطیسی در خود ذخیره می کند. یک سلف معمولاً از سه قسمت تشکیل می شود:

- سیم پیچ با تعدادی دور سیم مسی؛
  - قرقره، که سیم روی آن پیچیده می شود.
  - هسته، که در مرکز قرقره قرار می گیرد.
- سلف ها به شکل های مختلف ساخته می شوند. شکل قرقره و هسته تعیین کننده شکل کلی سیم پیچ است. در شکل ۲۴-۲ تصویر مونتاز شده و باز شده ی یک نمونه سلف یا هسته ی فریت را ملاحظه می کنید. نماد فنی سیم پیچ به صورت  است. در صورتی که سیم پیچ هسته داشته باشد، روی نماد آن دو خط پر یا خط چین نیز رسم می کنند. در شکل ۲۵-۲، نمونه های مختلف سیم پیچ و نمادهای مختلف آن نشان داده شده است.



شکل ۲۴-۲- اجزای تشکیل دهنده سیم پیچ (سلف) با هسته ی فریت



نماد فنی سلف بدون هسته

نماد فنی سلف با هسته



سیم پیچ شبیه مقاومت



شکل ۲۵-۲- نماد فنی و تصویر ظاهری چند نمونه سلف

**جست و جو کنید:**

با بررسی سیستم برقی خودرو بررسی کنید در چه قسمت هایی از سیم پیچ استفاده شده است؟ نتایج را توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه مند

## ضریب خود القای سلف: مقدار خاصیت ذخیره‌ی انرژی

در سیم پیچ و مخالفت آن در مقابل جریان الکتریکی را با ضریب خود القایی می‌سنجند. واحد ضریب خود القایی هانری است و آن را با  $L$  نشان می‌دهند. هر قدر مقدار  $L$  بیش تر باشد توانایی ذخیره‌ی انرژی در سیم پیچ یا خاصیت مخالفت آن با جریان متناوب بیش تر است. واحدهای کوچک‌تر، میلی هانری (mH) برابر با  $\frac{1}{1000}$

هانری و میکروهانری (NH) برابر با  $\frac{1}{1000000}$  هانری می‌نامند.

با قرار دادن هسته‌ی آهنی یا فریت در داخل قرقره‌ی سلف، مقدار ضریب خود القای سلف افزایش می‌یابد. ضریب خود القای سیم پیچ را اندوکتانس (Inductance) نیز می‌گویند. موارد کاربرد سیم پیچ: سیم پیچ‌ها در موتورهای الکتریکی به منظور تولید میدان مغناطیسی و حرکت دوار و در رله‌ها به عنوان کلید قطع و وصل الکتریکی و مغناطیسی و در مدارهای الکترونیکی به عنوان یکی از قطعات اصلی به کار می‌رود. از سیم پیچ در موتور اتوموبیل در سامانه‌ی جرقه‌زنی استفاده می‌شود. کوئل ماشین، ترکیبی از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه است، که به صورت ترانسفورماتور افزایشده عمل می‌کند و ولتاژ زیاد را برای جرقه‌زنی فراهم می‌کند. در بسیاری از حسگرها و فیوزها از سیم پیچ استفاده می‌شود. در شکل ۲۶-۲، چند نمونه از موارد کاربرد سیم پیچ آمده است.

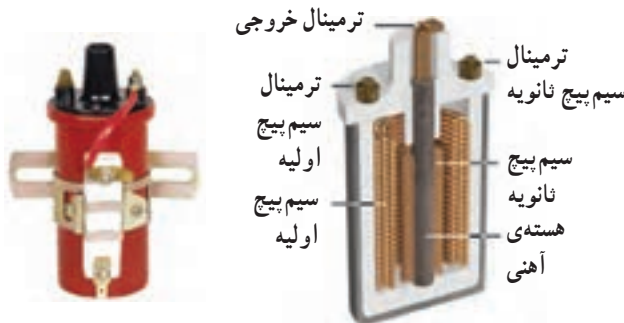
معمولاً مقدار ضریب خود القای سیم پیچ را روی سیم پیچ به صورت مستقیم یا با کد عددی یا کد رنگی می‌نویسند.

در شکل الف - ۲۶-۲، یک کوئل مربوط به ماشین‌های قدیمی را مشاهده می‌کنید که در آن دو سیم پیچ اولیه و ثانویه وجود دارد. در شکل ب - ۲۶-۲، کوئل مربوط به اتومبیل‌های جدید را ملاحظه می‌کنید که در آن نیز دو سیم پیچ به کار رفته است و در شکل ج - ۲۶-۲، آژیرو رله‌ی آن را ملاحظه می‌کنید. در شکل د - ۲۶-۲، حسگر نصب شده روی چرخ اتوموبیل و رله‌ی مربوط به استارت، چراغ و ... خودرو آمده است.

$$1 \text{ H (هانری)} = 1000 \text{ mH (میلی هانری)}$$

$$1 \text{ H (هانری)} = 1000000 \cdot \text{H (میکروهانری)}$$

$$= 10^6 \cdot \text{H}$$



الف - کوئل ماشین‌های قدیمی



ب - کوئل ماشین‌های جدید



ج - بوق ورله‌ی بوق



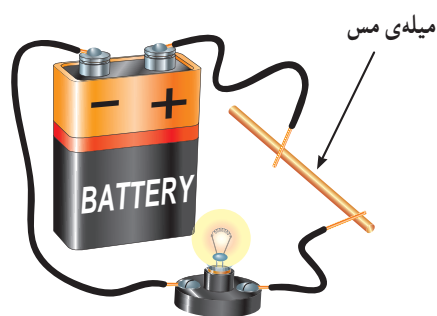
انواع رله‌ی استارت و چراغ

د - انواع رله‌های استارت و چراغ و حسگر چرخ

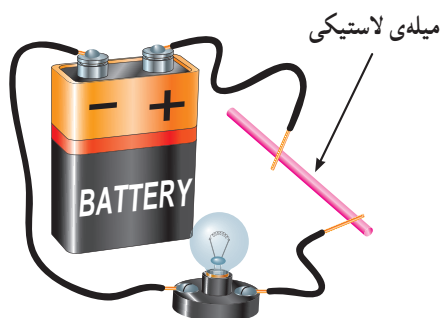
شکل ۲۶-۲ - موارد کاربرد سلف

جدول ۲-۳

شماره‌ی قطعه	نام قطعه	مشخصات نوشته شده‌ی روی بدنه	مقدار		سالم است
			مقاومت	بلی	
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					
۶					
۷					
۸					



یک سیم مسی هادی است و جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهد و باعث روشن شدن لامپ می‌گردد.



سیم پلاستیکی (مانند طناب) عایق است و جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد و در نتیجه لامپ روشن نمی‌شود.

شکل ۲-۲۷- منالی از هادی‌ها و عایق‌ها

۶-۲-۲- کار عملی: چند نمونه سلف آزمایشگاهی و حداقل دو نمونه کوئل خودرو و سه نمونه رله‌ی بق، چراغ و استارت را در اختیار بگیرید و ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌ها را شناسایی کنید و توسط اهم‌متر صحت عملکرد آن‌ها را بررسی نمایید و جدول ۲-۳ را کامل کنید.

**نکته‌ی مهم:** سلف یا سیم پیچ سالم هنگام آزمایش با اهم‌متر فقط مقاومت اهمی سیم پیچ را نشان می‌دهد.

### ۷-۲-۲- دیود Diode

اشاره‌ای به ساختمان نیمه هادی‌ها: اجسام موجود در طبیعت از نظر هدایت الکتریکی به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند.

الف: هادی‌ها

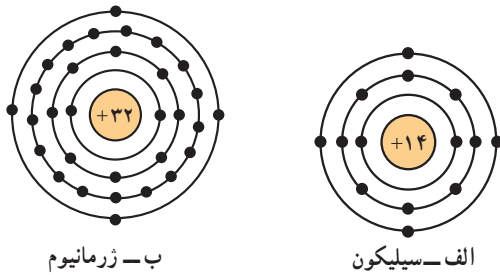
ب: عایق‌ها

ج: نیمه هادی‌ها

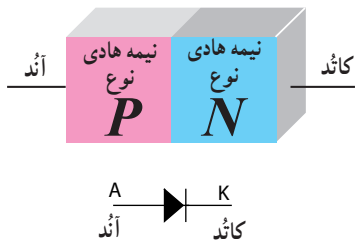
هادی‌ها اجسامی هستند که جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهند. مس، آلومینیوم، سایر فلزات و بعضی از اسیدها در رده‌ی هادی‌ها قرار دارند (شکل ۲-۲۷)

عایق‌ها اجسامی هستند که جریان برق را به سادگی از خود عبور نمی‌دهند. شیشه، انواع پلاستیک‌ها، هوا و ... در رسته‌بندی عایق‌ها قرار دارند.

بین عایق‌ها و هادی‌ها اجسامی وجود دارند که نه مانند یک هادی به سادگی جریان برق را از خود عبور می‌دهند و نه مانند یک عایق جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند.



شکل ۲-۲۸ - ساختمان اتمی نیمه هادی های سیلیکون و ژرمانیوم



شکل ۲-۲۹ - اتصال پی ان (PN) و نماد فنی دیود

به این اجسام، نیمه هادی<sup>۱</sup> می گویند. مهم ترین نیمه هادی هایی که در صنعت الکترونیک مورد استفاده قرار می گیرد سیلیکون و ژرمانیوم است. تمامی نیمه هادی ها در آخرین لایه ی اتم خود، چهار الکترون دارند. در شکل ۲-۲۸ ساختمان اتمی سیلیکون و ژرمانیوم نشان داده شده است.

وقتی اتم های ژرمانیوم یا سیلیکون در کنار یکدیگر قرار می گیرند و به صورت مولکول در می آیند تشکیل کریستال می دهند. در صورتی که یک عنصر سه ظرفیتی مانند آلومینیوم را به کریستال ژرمانیوم اضافه کنیم، کریستال نوع P شکل می گیرد. در صورتی که یک عنصر ۵ ظرفیتی را به کریستال ژرمانیوم یا سیلیسیوم اضافه کنیم، کریستال نوع N شکل می گیرد.

تشکیل دیود: اگر یک قطعه نیمه هادی نوع N را به یک قطعه نیمه هادی نوع P بچسبانیم، اتصال پی ان (PN)، که یک دیود است، شکل می گیرد.

کریستال نوع P را اُنْد (قطب مثبت) و کریستال نوع N را کاتْد (قطب منفی) می نامند. در شکل ۲-۲۹، اتصال پی ان (PN) و نماد فنی دیود را ملاحظه می کنید. شکل ظاهری تعدادی از دیودها مشابه مقاومت هاست. اما دیودها را با توجه به مشخصات فنی مورد نیاز به صورت های گوناگون و متنوع می سازند. در شکل ۳-۲، تصویر ظاهری چند نمونه دیود را ملاحظه می کنید.



دیود معمولی



دیود قدرت



دیودهای مورد استفاده در خودروهای قدیمی



دیود ۴ تایی (پل)



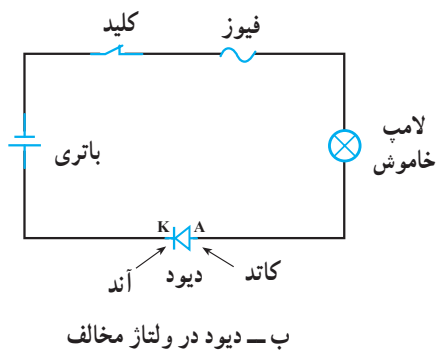
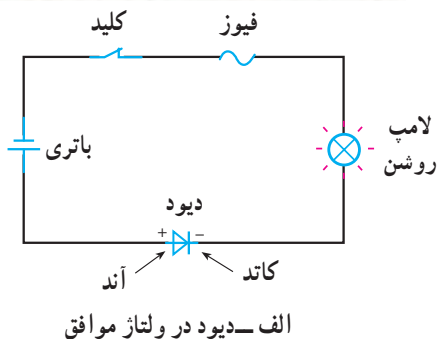
دیود مورد استفاده در اتوموبیل های جدید

شکل ۳-۲ - تصویر ظاهری چند نمونه دیود

### جست و جو کنید:

با مراجعه به منابع مختلف در ارتباط با رفتار دیود در مدارهای الکتریکی تحقیق کنید و نتایج به دست آمده را بنویسید.

ویژه دانش آموزان علاقه مند



شکل ۲-۳۱ - عملکرد دیود در مدار

**عملکرد دیود و اتصال آن به مدار:** دیود مانند یک شیر یک طرفه عمل می‌کند. در صورتی که دیود به گونه‌ای به مدار وصل شود که قطب مثبت (آند) آن به قطب مثبت باتری و قطب منفی (کاتد) به قطب منفی باتری وصل باشد، دیود مانند یک کلید بسته عمل می‌کند در این حالت می‌گویند دیود در بایاس یا ولتاژ موافق قرار دارد (شکل الف - ۲-۳۱).

در صورتی که دیود به گونه‌ای در مدار قرار گیرد که قطب مثبت آن به قطب منفی باتری و قطب منفی آن به قطب مثبت باتری وصل شود، دیود مانند کلید باز عمل می‌کند و در این حالت جریانی از مدار عبور نخواهد کرد. در این شرایط می‌گویند دیود در ولتاژ مخالف (بایاس مخالف) قرار دارد (شکل ب - ۲-۳۱).

**نکته‌ی مهم:** یک دیود زمانی هدایت می‌کند که دو شرط زیر برقرار باشد:

- ولتاژ آند دیود تقریباً به اندازه‌ی  $0.6$  ولت از کاتد آن بیش‌تر باشد.
- منبع تغذیه بتواند جریان موردنیاز مدار را تأمین کند.

**کاربرد دیودها:** دیود یک سوئیچ الکترونیکی است یک‌سوساز، با ولتاژ آس (AC) که در حد گسترده‌ای در مدارهای الکترونیکی و مخابراتی به کار می‌رود. در خودرو از دیود، که یک‌سوساز سه فاز است و در خروجی آلترناتور (دینام) قرار می‌گیرد استفاده می‌کنند. در قسمت مدارهای ساده‌ی الکترونیکی به این موضوع خواهیم پرداخت.

توجه داشته باشید که در شکل الف - ۲-۳۱ دیود هدایت می‌کند و لامپ روشن است و در شکل ب - ۲-۳۱ دیود هدایت نمی‌کند و لامپ خاموش است.



